

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-223588

(43)Date of publication of application : 30.08.1996

(51)Int.Cl.

H04N 9/04

H04N 9/73

(21)Application number : 07-028068

(71)Applicant : HAMAMATSU PHOTONICS KK

(22)Date of filing : 16.02.1995

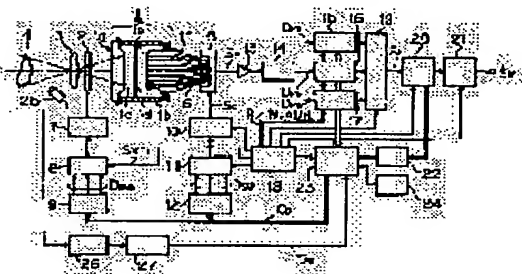
(72)Inventor : TAKEYAMA CHIKAYOSHI

## (54) COLOR CAMERA DEVICE FOR NIGHT VISION

## (57)Abstract:

PURPOSE: To obtain three colors image element signals satisfying optimum color balance conditions by individually and independently adjusting and setting the intervention time of each color filter.

CONSTITUTION: A storage circuit 9 stores the time data for individually and independently designating the intervention time of each color filter of R, G and B interposing between an image pickup lens system 3 and tire optical incident window 1a of an image intensifier 1. A color filter mechanism 2 for spectral rotates at fixed speed and individually and independently sets the intervention time of each color filter. When doing a color balance adjustment, a microprocessor 23 makes the data within the storage circuit 9 be supplied to a timing control circuit 8 based on the correction condition data from a circuit 27. As a result, a two-dimensional solid-state image pickup device 5 synchronizes with a field period and outputs a picture element signal Sp, the signal Sp is stored in the memories 15, 16 and 17 of the R, G and B after an A/D conversion 14 is performed for the signal, and a color television signal Sv is formed.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

28.01.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

4/4

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-223588

(43) 公開日 平成8年 (1996) 8月30日

(51) Int. Cl. <sup>8</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 4 N	9/04		H 0 4 N	B
	9/73		9/73	A

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願平7-28068  
(22) 出願日 平成7年 (1995) 2月16日

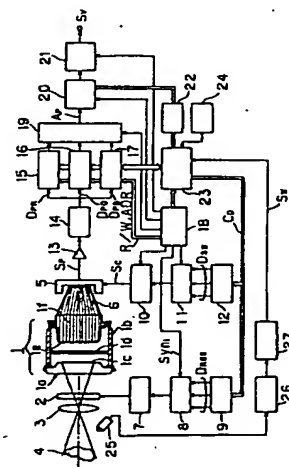
(71) 出願人 000236436  
浜松ホトニクス株式会社  
静岡県浜松市市野町1126番地の1  
(72) 発明者 竹山 周良  
静岡県浜松市市野町1126番地の1 浜松ホ  
トニクス株式会社内  
(74) 代理人 弁理士 長谷川 芳樹 (外 3 名)

(54) 【発明の名称】 暗視用カラーカメラ装置

(57) 【要約】

【目的】 露光量の極めて少ない撮影環境下で、自動的に色バランス調整を行うと共に高空間分解能の撮像を行うことにより、高精細且つ高鮮明なカラー映像を得る暗視用カラーカメラ装置を提供する。

【構成】 3色の分光用カラーフィルタを有し、夫々の分光用カラーフィルタの被写体光像の透過期間を個々独立に設定する分光用カラーフィルタ機構 (2) と、夫々の分光用カラーフィルタを通過した分光光像を受光し、電子増倍機能により高強度の光像を発生するイメージインテンシファイア (1) と、イメージインテンシファイア (1) から出力される光像を所定周期で撮像する二次元撮像デバイス (5) と、各々の分光用カラーフィルタの被写体光像の透過期間を白バランス条件に合わせた期間に設定する露光期間制御手段とを備え、二次元撮像デバイスから出力される3色の画素信号に基づいて再生画像用のカラー映像信号を形成する映像信号形成手段 (20) とを備える構成とした。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 3色の分光用カラーフィルタを有し、夫々の分光用カラーフィルタの被写体光像の透過期間を個々独立に設定する分光用カラーフィルタ手段と、上記夫々の分光用カラーフィルタを通過した分光光像を受光し、電子増倍機能により高強度の光像を発生するイメージンテンシファイアと、

上記イメージンテンシファイアから出力される上記光像を所定周期で撮像する二次元撮像デバイスと、

上記分光用カラーフィルタの被写体光像の透過期間を白バランス条件に合わせた期間に設定する露光期間制御手段と、

上記二次元撮像デバイスから出力される3色の画素信号に基づいて再生画像用のカラー映像信号を形成する映像信号形成手段と、を具備する暗視用カラーカメラ装置。

【請求項2】 3色の分光用カラーフィルタを有し、夫々の分光用カラーフィルタの被写体光像の透過期間を等しく設定する分光用カラーフィルタ手段と、

上記夫々の分光用カラーフィルタを通過した分光光像を受光し、電子増倍機能により高強度の光像を発生するイメージンテンシファイアと、

上記イメージンテンシファイアから出力される各色についての上記光像を電子シャッター機能により撮像する二次元撮像デバイスと、

上記二次元撮像デバイスの電子シャッタータイミングを制御することにより、各色についての分光光像の露光期間を白バランス条件に合わせた期間に設定する露光期間制御手段と、

上記二次元撮像デバイスから出力される3色の画素信号に基づいて再生画像用のカラー映像信号を形成する映像信号形成手段と、を具備する暗視用カラーカメラ装置。

【請求項3】 前記分光用カラーフィルタ手段は、前記3色の分光用カラーフィルタを回転させることにより、各分光用カラーフィルタによる前記被写体光像の透過期間を設定すると共に、各分光用カラーフィルタの境界部分には光の透過を阻止する非透過領域が設けられていることを特徴とする請求項1又は請求項2に記載の暗視用カラーカメラ装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、露光量の極めて少ない撮影環境下でのカラー撮像を行う暗視用カラーカメラ装置に関し、特に、自動的に色バランス調整を行うと共に、高空間分解能の撮像を行うことにより、高精細且つ高鮮明なカラー映像を得る暗視用カラーカメラ装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 暗視用カラーカメラ装置は、顕微鏡下での生体反応の変化を観測したり、夜空での星座を観測するなど、極めて低照度の対象を低露光量下で撮像するた

めに開発された。近年、微弱光を増幅するマイクロチャンネルプレート型のイメージンテンシファイア(MCP型IIという)が開発され、このMCP型IIの増幅出力を固体撮像デバイス等で撮像することによって、高感度化を図ったものが知られている。

【0003】 即ち、MCP型IIは、真空管の光入射窓の内側に光電面が設けられると共に、その後方に電子レンズを介してマイクロチャンネルプレート(MCP)が配置され、更に、マイクロチャンネルプレートの後方側(出力側)に蛍光面が形成されている。更に、光入射窓の前面には、赤(R)、緑(G)、青(B)のストライプ配列型やモザイク配列型等のカラーフィルタ膜が固着されている。

【0004】 そして、光入射窓へ被写体からの光が入射すると、カラーフィルタ膜を通過して分光された各色R、G、Bの光が光電面に入射して、夫々の光強度に応じた量の光電子が飛び出し、更に、電子レンズによってマイクロチャンネルプレートの入力面に結像される。マイクロチャンネルプレートは、十数 $\mu\text{m}$ の細い穴(チャンネル)が無数に空いており、光電子は、電位勾配に引かれてこれらのチャンネル内を通過する際に内壁に衝突することによって数万倍に電子増倍されて蛍光面へ出力され、再び光学像に変換される。そして、上記固体撮像デバイス等がこの光学像を撮像することによって、赤(R)、緑(G)、青(B)の画素信号を発生し、これらの画素信号に基づいて例えばNTSC方式に準拠したカラー映像信号が形成される。

【0005】 このように、MCP型IIを適用することによって、極めて高感度の暗視用カラーカメラ装置が実現されるに至った。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】 ところが、かかる従来の暗視用カラーカメラ装置にあっては、前述したように、MCP型IIの光電面の前方に配置されたストライプ配列型やモザイク配列型等のカラーフィルタ膜によって、被写体光像を赤(R)、緑(G)、青(B)成分に分光しており、夫々の赤(R)、緑(G)、青(B)のフィルタ群は受光面に対して2次元配列されているために、空間分解能が低くなり、MCP型II及び固体撮像デバイスが本来備えている高空間分解能が十分に利用されていない問題があった。

【0007】 更に、かかるカラーフィルタ膜を適用した従来の暗視用カラーカメラ装置における色バランス(ホワイトバランス)調整は、MCP型IIの光電面の前方に基準となる白色板等を挿入してこれを撮像し、この撮像により固体撮像デバイスから出力される赤(R)、緑(G)、青(B)の各画素信号のレベル $E_r$ 、 $E_g$ 、 $E_b$ 、及び輝度信号Yのレベル $E_y$ ( $=0.30E_r + 0.59E_g + 0.11E_b$ )が等しくなるように夫々の増幅率を調整し、調整された各色の画素信号に基づいて映

像信号を形成するように成っている。しかし、上記の高空間分解能化を実現するためには、各色信号毎に増幅器の増幅率を調整させるといふ構成をそのまま適用することができないことから、高空間分解能化に適した色バランス調整手段が必要である。

【0008】本発明は、このような課題に鑑みて成されたものであり、露光量の極めて少ない撮影環境下でのカラー撮像を行う暗視用カラーカメラ装置であって、自動的に色バランス調整を行うと共に、高空間分解能の撮像を行うことにより、高精細且つ高鮮明なカラー映像を得る暗視用カラーカメラ装置を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】このような目的を達成するために本発明は、3色の分光用カラーフィルタを有し、夫々の分光用カラーフィルタの被写体光像の透過期間を個々独立に設定する分光用カラーフィルタ手段と、上記夫々の分光用カラーフィルタを通過した分光光像を受光し、電子増倍機能により高強度の光像を発生するイメージンシファイアと、上記イメージンシファイアから出力される上記光像を所定周期で撮像する二次元撮像デバイスと、上記分光用カラーフィルタの被写体光像の透過期間を白バランス条件に合わせた期間に設定する露光期間制御手段と、上記二次元撮像デバイスから出力される3色の画素信号に基づいて再生画像用のカラー映像信号を形成する映像信号形成手段とを備える構成とした。

【0010】又、3色の分光用カラーフィルタを有し、夫々の分光用カラーフィルタの被写体光像の透過期間を等しく設定する分光用カラーフィルタ手段と、上記夫々の分光用カラーフィルタを通過した分光光像を受光し、電子増倍機能により高強度の光像を発生するイメージンシファイアと、上記イメージンシファイアから出力される各色についての上記光像を電子シャッター機能により撮像する二次元撮像デバイスと、上記二次元撮像デバイスの電子シャッタータイミングを制御することにより、各色についての分光光像の露光期間を白バランス条件に合わせた期間に設定する露光期間制御手段と、上記二次元撮像デバイスから出力される3色の画素信号に基づいて再生画像用のカラー映像信号を形成する映像信号形成手段とを具備する構成とした。

【0011】又、前記分光用カラーフィルタ手段は、前記3色の分光用カラーフィルタを回転させることにより、各分光用カラーフィルタによる前記被写体光像の透過期間を設定すると共に、各分光用カラーフィルタの境界部分には光の透過を阻止する非透過領域が設けた構造にした。

【0012】

【作用】このような構造を有する本発明によれば、分光用カラーフィルタ手段の各カラーフィルタの介在時間を

個々独立に調整・制御しつつ回転させると共に、二次元撮像デバイスの撮像周期を一定にし、これらの介在時間を最適な色バランス条件の得られる期間に設定することによって、二次元撮像デバイスからは最適な色バランス条件を満足する3色の画素信号を得ることができる。

【0013】又、分光用カラーフィルタ手段のカラーフィルタの介在時間が共に等しくなるように調整・制御しつつ回転させると共に、二次元撮像デバイスの3色毎の撮像期間を電子シャッター機能によって個々独立に調整・制御し、これらの撮像期間（即ち、露光期間）を最適な色バランス条件の得られる期間に設定することによって、二次元撮像デバイスからは最適な色バランス条件を満足する3色の画素信号を得ることができる。

【0014】又、分光用カラーフィルタ手段の3色の分光用カラーフィルタの境界部分に光の透過を阻止する非透過領域が設けことにより、不要な光の露光を防止することができるので、再生画像内に色しみや偽色が発生するのを防止することができる。

【0015】この結果、低照度、低露光状態下での撮像においても最適な色バランス調整を実現し、鮮明な再生画像を得ることができる暗視用カラーカメラ装置を提供することができる。

【0016】

【実施例】以下、本発明による暗視用カラーカメラ装置の一実施例を図面と共に説明する。

【0017】まず、図1に基づいて構成を説明すると、マイクロチャンネルプレート型のイメージンシファイア（MCP型II）1に設けられている光入射窓1の前方に、赤（R）、緑（G）、青（B）の3色のカラーフィルタ群を備えた分光用カラーフィルタ機構2が対向配置され、更にその前方には、被写体4の光像を光入射窓1に結像させるための撮像レンズ系3が対設されている。

【0018】イメージンシファイア1は、真空管1。の上記光入射窓1。の内側面に対設された光電面1。と、その後方に順次に配置されたマイクロチャンネルプレート（MCP）1。及び、多数の極めて細い光ファイバ束から成るファイバプレート1。を備え、ファイバプレート1。のマイクロチャンネルプレート1。に対向する面には蛍光面1。が形成されている。更に、ファイバプレート1。の出力側端と二次元固体撮像デバイス（CCD）5の撮像面との間に、多数の極めて細い光ファイバ束から成るテーパファイバプレート6が介在している。このテーパファイバプレート6を構成する夫々の細い光ファイバーは、導波断面の面積がファイバプレート1。側ほど大きく（太く）、二次元固体撮像デバイス5側へいくに従って小さく（細く）なる円錐台状の形状をしており、テーパファイバプレート6は、これらの細い光ファイバーが多数束ねられて、全体的に円錐

台状の形状となっている。このように、テーパファイバプレート6が設けられたことにより、出力端の面積の大きいファイバプレート1<sub>r</sub>と撮像面の面積の小さな二次元固体撮像デバイス5との間を等解像度を保持しつつ光学的に結合させることができる。

【0019】上記の分光用カラーフィルタ機構2は、図2に示すように、回転軸2aを中心にして夫々約120°ずつに区分けられた扇状の赤(R)、緑(G)、青(B)のカラーフィルタが備えられると共に、夫々のカラーフィルタの境界部分には、光の透過を阻止するための所定幅のオプティカルブラック領域BK<sub>1</sub>、BK<sub>2</sub>、BK<sub>3</sub>が形成され、駆動モータMの回転力がタイミングベルト2、などの伝達機構を介して回転軸2、に伝達されることによって、これらのカラーフィルタが所定方向へ回転される構造となっている。

【0020】駆動モータMは、図1中の駆動回路7とタイミング制御回路8及び記憶回路9によって駆動制御される。即ち、記憶回路9は、撮像レンズ系3とイメージインテンシファイア1の光入射窓1aとの間に介在する赤(R)、緑(G)、青(B)の各カラーフィルタの介在時間(以下、W<sub>r</sub>、W<sub>g</sub>、W<sub>b</sub>とする)を個々独立に指定するための複数種類の時間データを予め記憶しており、後述するマイクロプロセッサ23からの制御データC<sub>0</sub>によって指定された所定の時間データD<sub>0i</sub>を、タイミング制御回路8へ供給し、タイミング制御回路8が、時間データD<sub>0i</sub>に基づき、駆動回路7に対して駆動モータMへの給電タイミングを指示する。したがって、分光用カラーフィルタ機構2は一定速度で回転するだけでなく、断続的なステップ回転によって、1回転中の各カラーフィルタの介在時間W<sub>r</sub>、W<sub>g</sub>、W<sub>b</sub>を個々独立に設定することができるようになっている。

【0021】但し、分光用カラーフィルタ機構2を同期動作させるために、1回転の周期を固定のフレーム周期T、その3分の1フレーム周期(T/3)をフィールド周期τと決めておき、各介在時間W<sub>r</sub>、W<sub>g</sub>、W<sub>b</sub>が必ず、0<W<sub>r</sub>≤τ、0<W<sub>g</sub>≤τ、0<W<sub>b</sub>≤τの条件を満足するように設定することによって、各カラーフィルタによる夫々の分光処理を1フィールド周期τ内で完了させ、3色の分光処理を1フレーム周期Tに同期して行うようになっている。更に、介在時間W<sub>r</sub>、W<sub>g</sub>、W<sub>b</sub>の長短を個々独立に制御する結果、これらの期間の和(W<sub>r</sub>+W<sub>g</sub>+W<sub>b</sub>)が1フレーム周期Tより短くなる場合が生じるが、このように、いずれのカラーフィルタによっても分光処理を行わない期間には、オプティカルブラックBK<sub>1</sub>、BK<sub>2</sub>、BK<sub>3</sub>のいずれかを介在させることによって、被写体光像の透過を禁止させる。

【0022】このように分光された被写体光像(以下、分光光像という)は、フィールド周期τに同期してイメージインテンシファイア1の光入射窓1<sub>r</sub>に入射され、光電面1<sub>c</sub>からは分光光像の光強度に応じた量の光電子

が飛び出し、光電子はマイクロチャンネルプレート1<sub>d</sub>で電子増倍されて蛍光面1<sub>e</sub>に出射され、再び輝度成分のみの光学像に変換される。そして、再生された光学像は、ファイバプレート1<sub>r</sub>とテーパファイバプレート6に伝達されて、二次元固体撮像デバイス5の撮像面に入射される。

【0023】二次元固体撮像デバイス5は、白黒撮像用のFTCCD等が適用されており、フィールド周期τに同期して分光光像に対応する再生光学像を撮像する。即ち、二次元固体撮像デバイス5は、受光面にマトリクス配列された受光ダイオード群(画素群)と、かかる画素群にトランスファゲートを介して隣接形成された垂直電荷転送路群と、垂直電荷転送路群の終端部分に形成された水平電荷転送路とを備えている。そして、フィールド周期τより短い露光期間に画素群に蓄積された全ての画素電荷を、露光期間終了と同時に電荷転送ゲートを介して垂直電荷転送路群へ電荷転送し、更に、垂直電荷転送路群に設けられている転送電極群に印加される走査読出制御信号S<sub>0</sub>に同期して一列ずつ水平電荷転送路へ転送させつつ点順次で各画素電荷を読み出す構造となっている。

【0024】したがって、1フィールド画相当の各色に対応する光学像を1フィールド周期τに同期して撮像するので、3フィールド周期(即ち、フレーム周期T)で3色のフィールド画相当分の画素電荷を出力する。

【0025】更に、二次元固体撮像デバイス5は、画素群に蓄積される不要な電荷を廃棄する構造を備えており、かかる電荷の廃棄と画素電荷の読出しのタイミングを制御することによって、露光期間を電氣的に設定できるようになっている。即ち、赤(R)のカラーフィルタにより分光処理が行われているフィールド周期τ内において、そのフィールド周期τの開始時点からある期間Δτ<sub>1</sub>までの間は電荷廃棄を行い、Δτ<sub>1</sub>直後から所定の期間までは画素群による撮像を行い、所定期間経過と同時に画素電荷の読出しを開始すると、画素群による撮像期間を露光期間とすることができ、所謂電子シャッター機構を発揮させることができる。そして、かかる露光期間を、フィールド周期τ内で個々独立に設定することにより、各分光光像毎の露光期間を設定することができるようになっている。つまり、赤(R)の分光光像に対応する露光期間をED<sub>r</sub>、緑(G)の分光光像に対応する露光期間をED<sub>g</sub>、青(B)の分光光像に対応する露光期間をED<sub>b</sub>とすれば、0≤ED<sub>r</sub>≤τ、0≤ED<sub>g</sub>≤τ、0≤ED<sub>b</sub>≤τの条件を満足する範囲内で電子シャッター機構を発揮させる。このシャッタータイミングは、予め複数種類のシャッタータイミングのデータを記憶している記憶回路12からシャッター制御回路11が読出したデータD<sub>0i</sub>に基づいて設定される。

【0026】二次元固体撮像デバイス5から点順次に読出される画素信号S<sub>0</sub>は、プリアンプ14で増幅された

後、A/D変換器14によって画素データ $D_r$ にデジタル変換される。そして、赤(R)のカラーフィルタが介在する介在期間 $W_r$ 中に生じる画素データ(以下、 $D_{r1}$ とする)は赤用バッファメモリ15に記憶され、緑

(G)のカラーフィルタが介在する介在期間 $W_g$ 中に生じる画素データ(以下、 $D_{r2}$ とする)は緑用バッファメモリ16に記憶され、青(B)のカラーフィルタが介在する介在期間 $W_b$ 中に生じる画素データ(以下、 $D_{r3}$ とする)は青用バッファメモリ17に記憶される。

尚、バッファメモリ15、16、17の夫々は、二次元固体撮像デバイス5の画素配列に対応した1フィールド画相当分の記憶容量を備えたと共に、ファンクションジェネレータ回路18から供給される書込・読出し制御信号 $R/W$ 及びアドレスデータ $ADR$ に従って各フィールド周期 $\tau$ 毎に対応する画素データ $D_{r1}$ 、 $D_{r2}$ 、 $D_{r3}$ を記憶する。

【0027】更に、バッファメモリ15、16、17は、かかるデータ書込み動作と同時に、ファンクションジェネレータ回路18から供給される書込・読出し制御信号 $R/W$ 及びアドレスデータ $ADR$ に従って画素データを順次に出力する。但し、データ書込みは、画素データ $D_{r1}$ 、 $D_{r2}$ 、 $D_{r3}$ が各フィールド周期 $\tau$ に対応させてバッファメモリ15、16、17に記憶されるのに対し、かかるデータ読出しは、二次元固体撮像デバイス5が画素信号 $S_r$ を出力する際のタイミング(点順次タイミング)に同期して、画素データ $D_{r1}$ 、 $D_{r2}$ 、 $D_{r3}$ を順番に出力するようになっている。即ち、二次元固体撮像デバイス5の画素群をマトリクス配列 $[a_{..}]$ 、赤バッファメモリ15のメモリアドレスをマトリクス配列 $[r_{..}]$ 、緑バッファメモリ16のメモリアドレスをマトリクス配列 $[g_{..}]$ 、青バッファメモリ17のメモリアドレスをマトリクス配列 $[b_{..}]$ とすると、データ読出しでは、上記点順次タイミングに同期して、 $a_{11}$ 、 $g_{11}$ 、 $b_{11}$ 、 $a_{12}$ 、 $g_{12}$ 、 $b_{12}$ 、 $a_{13}$ 、 $g_{13}$ 、 $b_{13}$ ～ $a_{..}$ 、 $g_{..}$ 、 $b_{..}$ のように画素配列に対応付けて読み出される。

【0028】このように読み出される画素データはD/A変換器19で順次にアナログの画素信号 $A_r$ に変換されてカラーエンコーダ20に供給されることにより、色差信号 $(R-Y)$ 、 $(B-Y)$ 及び輝度信号 $Y$ が形成され、更に、テレビ信号変換回路21によってNTSC標準テレビジョン方式に準拠したカラーテレビ信号 $S_r$ が形成される。又、カラーエンコーダ20で形成される色差信号 $(R-Y)$ 、 $(B-Y)$ をデジタルデータに変換してマイクロプロセッサ23に転送するA/D変換器22と、マイクロプロセッサ23に対してマニュアル操作でカラーバランス調整を指示するための入力部24が設けられている。

【0029】更に、撮像レンズ系3の近傍には、被写体4の色温度を検出する色温度センサ25と、この色温度

センサ25から出力される検出信号に基づいて3色の色温度情報を発生する色温度検出回路26と、これらの色温度情報から白バランス補正条件を求めて補正条件データ $S_r$ をマイクロプロセッサ23へ転送する補正演算回路27が設けられている。

【0030】尚、ファンクションジェネレータ回路18は、上記の信号 $S_{r1}$ と $R/W$ 及びアドレスデータ $ADR$ に加えて、撮像制御回路10とシャッター制御回路11、A/D変換器19、カラーエンコーダ20、テレビ信号変換回路21及びマイクロプロセッサ23の動作タイミングを同期させるための同期クロック信号を出力し、又、マイクロプロセッサ23は、バッファメモリ15、16、17との間で画素データの授受を行うことができるようになっている。

【0031】次に、かかる構造の暗視用カラーカメラ装置の動作を図3と図4のタイミングチャートに基づいて説明する。尚、図1及び図2に示す暗視用カラーカメラ装置は、図3のタイミングチャートに基づく第1の動作と、図4のタイミングチャートに基づく第2の動作のいずれによっても本発明の目的を達成することができるものである。夫々を具体的動作例として別個に説明する。

【0032】(第1の具体的動作例) 図3において、クロック信号 $V_{SY}$ は、暗視用カラーカメラ装置全体の同期動作を行うためにファンクションジェネレータ回路18内で発生される基準のクロック信号であり、論理“H”の発生周期がフィールド周期 $\tau$ と等しくなっている。更に、フィールド周期 $\tau$ の3倍の周期(即ち、フレーム周期 $T$ )をNTSCテレビジョン方式の垂直走査期間に一致させている。

【0033】更に、同期クロック信号 $W_r$ が論理“H”となる期間が、NTSCテレビジョン方式の垂直ブランキング期間と一致しており、この期間内に白バランス調整が繰り返される。更に、信号 $T_g$ が論理“H”となるときに、二次元固体撮像デバイス5内に形成されているトランスファゲートがオンとなって、画素群に蓄積された画素電荷を垂直電荷転送路群へ転送させる。

【0034】まず、同期クロック信号 $W_r$ が論理“H”となる色バランス調整時には、マイクロプロセッサ23が補正演算回路27から入力した補正条件データ $S_r$ に基づいて、赤(R)、緑(G)、青(B)の3色のバランス条件を指定するための制御データ $C_r$ を記憶回路9に転送し、分光用カラーフィルタ機構2の回転速度を設定するためのデータ $D_{r1}$ をタイミング制御回路8へ出力させ、タイミング制御回路8は、このデータ $D_{r1}$ に基づいて各カラーフィルタの介在時間 $W_r$ 、 $W_g$ 、 $W_b$ を設定しつつ分光用カラーフィルタ機構2を回転させる。

【0035】一方、二次元固体撮像デバイス5は、全てのフィールド周期 $\tau$ における露光期間が一定となるよう



に、電子シャッター機能が設定されている。

【0036】例えば、最適の色バランス条件を示すデータ $D_{ic}$ に対応する介在期間 $W_r$ 、 $W_g$ 、 $W_b$ が、図3中の論理“H”となる期間であるとする、これらの期間 $W_r$ 、 $W_g$ 、 $W_b$ に合わせて各色のカラーフィルタR、G、Bがイメージインテンシファイア1の光入射窓1aの前方に介在するように切替わり、更に、期間 $W_{r11}$ 、 $W_{r12}$ 、 $W_{r13}$ に合わせて、オプティカルブラック領域BK<sub>1</sub>、BK<sub>2</sub>、BK<sub>3</sub>が光入射窓1aの前方に介在するように切替わる。したがって、二次元固体撮像デバイス5は、単にフィールド周期 $\tau$ に同期して画素信号 $S_r$ を出力するが、分光用カラーフィルタ機構2の回転による各色のカラーフィルタの介在期間 $W_r$ 、 $W_g$ 、 $W_b$ が各フィールド周期 $\tau$ における露光期間を設定するので、これらの露光期間に撮像される3色の画素信号 $S_r$ は最適の色バランス条件を満足することとなる。

【0037】尚、図3中、蛍光面出力光の変化は、各介在期間 $W_r$ 、 $W_g$ 、 $W_b$ に対応して二次元固体撮像デバイス5に入射される光像の輝度を、ある特定の画素(i, j)について代表して示す。そして、この赤(R)、緑(G)、青(B)の画素信号 $S_r$ は、フィールド周期 $\tau$ が切替わるのに同期して出力されるので、画素信号 $S_r$ を出力するフィールド周期は露光時のフィールド周期よりも1フィールド周期 $\tau$ だけ遅れる。

【0038】このように出力される画素信号 $S_r$ は、A/D変換器14によって画素データ $D_r$ に変換され、かかる画素データ $D_r$ の内、赤(R)フィルタの分光による画素データ $D_{r1}$ は赤バッファメモリ15、緑(G)フィルタの分光による画素データ $D_{r2}$ は緑バッファメモリ16、青(B)フィルタの分光による画素データ $D_{r3}$ は青バッファメモリ17に記憶される。そして、これらのバッファメモリ15、16、17は、かかる画素データ書込み処理と並行して、前述のD/A変換器19への画素データの読出し処理を行い、カラーエンコーダ20及びテレビ信号変換回路21においてNTSC標準テレビジョン方式に準拠したカラーテレビ信号 $S_r$ が形成される。

【0039】このように、この第1の具体的動作例によれば、分光用カラーフィルタ機構2の回転を制御することによって、撮像レンズ系3とイメージインテンシファイア1の光入射窓1aの間に介在させる3色分光用のカラーフィルタR、G、Bの介在期間 $W_r$ 、 $W_g$ 、 $W_b$ を設定すると共に、これらの期間 $W_r$ 、 $W_g$ 、 $W_b$ を最適の色バランス状態が得られる各露光期間に対応させるようにしたので、高生彩なカラー映像を得ることができる。更に、夫々のカラーフィルタR、G、Bの境界領域にオプティカルブラックBKを設けて、不要な光の入射を阻止するようにしたので、色滲みや偽色のないカラー映像を得ることができる。更に、白黒撮像用の二次元固体撮像デバイス5を適用してもカラー撮像を可能にし

たので、カラー撮像用の二次元固体撮像デバイスを適用する場合よりも高空間分解能のカラー映像を得ることができる。このように、自動的に色バランス調整を行うと共に、高精細且つ高鮮明なカラー映像を得る暗視用カラーカメラ装置を提供することができる。

【0040】(第2の具体的動作例) この動作例では、図4のタイミングチャートに示すように、3色のカラーフィルタの夫々が介在する介在期間 $W_r$ 、 $W_g$ 、 $W_b$ の全てが等しくなるように、分光用カラーフィルタ機構2が等速回転される。したがって、フィールド周期 $\tau$ の切替わり時に、オプティカルブラックBK<sub>1</sub>、BK<sub>2</sub>、BK<sub>3</sub>によって遮光される期間も一定となる。

【0041】一方、二次元固体撮像デバイス5は、シャッター制御回路10で制御される電子シャッター機能により、赤フィルタの介在期間 $W_r$ における露光期間ED<sub>r</sub>と、緑フィルタの介在期間 $W_g$ における露光期間ED<sub>g</sub>と、青フィルタの介在期間 $W_b$ における露光期間ED<sub>b</sub>とを個々独立に設定することにより、実質的に色バランス調整を実現するようになっている。

【0042】この動作例によれば、図示するように、イメージインテンシファイア1の光電面1cへの分光光像の入射期間は等しくなるが、二次元固体撮像デバイス5が露光期間ED<sub>r</sub>、ED<sub>g</sub>、ED<sub>b</sub>を設定するので、最適の色バランス条件を満足する画素信号 $S_r$ が出力される。

【0043】そして、このように出力される画素信号 $S_r$ は、A/D変換器14によって画素データ $D_r$ に変換され、かかる画素データ $D_r$ の内、赤(R)フィルタの分光による画素データ $D_{r1}$ は赤バッファメモリ15、緑(G)フィルタの分光による画素データ $D_{r2}$ は緑バッファメモリ16、青(B)フィルタの分光による画素データ $D_{r3}$ は青バッファメモリ17に記憶される。そして、これらのバッファメモリ15、16、17は、かかる画素データ書込み処理と並行して、前述のD/A変換器19への画素データの読出し処理を行い、カラーエンコーダ20及びテレビ信号変換回路21においてNTSC標準テレビジョン方式に準拠したカラーテレビ信号 $S_r$ が形成される。

【0044】このように、この第2の具体的動作例によっても、最適の色バランス状態が得られる各露光期間を設定することができるので、高生彩なカラー映像を得ることができる。更に、夫々のカラーフィルタR、G、Bの境界領域にオプティカルブラックBKを設けて、不要な光の入射を阻止するようにしたので、色滲みや偽色のないカラー映像を得ることができる。更に、白黒撮像用の二次元固体撮像デバイス5を適用してカラー撮像を行うので、カラー撮像用の二次元固体撮像デバイスを適用する場合よりも高空間分解能のカラー映像を得ることができる。このように、自動的に色バランス調整を行うと共に、高精細且つ高鮮明なカラー映像を得る暗視用カ

ラーカメラ装置を提供することができる。

【0045】次に、第2の実施例を図5乃至図7と共に説明する。まず、図5と共に構成を説明する。尚、図5において図1と同一又は相当する部分は同一符号で示す。図5において、マイクロチャンネルプレート型のイメージインテンシファイア(MCP型II)1に設けられている光入射窓1<sub>a</sub>の前方に、赤(R)、緑(G)、青(B)の3色のカラーフィルタ群を備えた分光用カラーフィルタ機構2が対向配置され、更にその前方には、被写体4の光像を光入射窓1<sub>a</sub>に結像させるための撮像レンズ系3が対設されている。

【0046】イメージインテンシファイア1は、真空管1<sub>b</sub>の上記光入射窓1<sub>a</sub>の内側面に対設された光電面1<sub>c</sub>と、その後方に順次に配置されたマイクロチャンネルプレート(MCP)1<sub>d</sub>及び、多数の極めて細い光ファイバ束から成るファイバプレート1<sub>e</sub>を備え、ファイバプレート1<sub>e</sub>のマイクロチャンネルプレート1<sub>d</sub>に対向する面には蛍光面1<sub>f</sub>が形成されている。ファイバプレート1<sub>e</sub>の出力側には、結合光学系統28を介してプリズム29が配置され、プリズム29の分光出力端には、赤(R)用二次元固体撮像デバイス30と、緑(G)用二次元固体撮像デバイス31と、青(B)用二次元固体撮像デバイス32が配置され、夫々の二次元固体撮像デバイス30、31、32から出力される夫々の画素信号S<sub>rr</sub>、S<sub>rg</sub>、S<sub>rb</sub>は、サンプルホールド用のバッファアンプ33、34、35を介してカラーエンコーダ20に供給されるようになっている。尚、これらの二次元固体撮像デバイス30、31、32は共に等しい画素数の白黒撮像用FTCCD等が適用され、夫々特定の撮像駆動回路36、37、38から供給される走査読出制御信号S<sub>cr</sub>、S<sub>cg</sub>、S<sub>cb</sub>の同期制御に従って夫々の画素信号S<sub>rr</sub>、S<sub>rg</sub>、S<sub>rb</sub>を出力する。

【0047】分光用カラーフィルタ機構2は、図2に示したように、回転軸2aを中心にして夫々約120°ずつに区分けられた扇状の赤(R)、緑(G)、青(B)のカラーフィルタが備えられると共に、夫々のカラーフィルタの境界部分には、光の透過を阻止するための所定幅のオプティカルブラック領域BK<sub>1</sub>、BK<sub>2</sub>、BK<sub>3</sub>が形成され、駆動モータMの回転力がタイミングベルト2<sub>b</sub>などの伝達機構を介して回転軸2<sub>a</sub>に伝達されることによって、これらのカラーフィルタが所定方向へ回転される構造となっている。尚、駆動モータMは、駆動回路7とタイミング制御回路8及び記憶回路9によって駆動制御される。即ち、記憶回路9は、撮像レンズ系3とイメージインテンシファイア1の光入射窓1aとの間に介在する赤(R)、緑(G)、青(B)の各カラーフィルタの介在時間W<sub>r</sub>、W<sub>g</sub>、W<sub>b</sub>を個々独立に指定するための複数種類の時間データを予め記憶しており、マイクロプロセッサ23からの制御データC<sub>i</sub>によって指定された所定の時間データD<sub>ic<sub>i</sub></sub>をタイミング制

御回路8へ供給し、タイミング制御回路8が、時間データD<sub>ic<sub>i</sub></sub>に基づき、駆動回路7に対して駆動モータMへの給電タイミングを指示する。したがって、分光用カラーフィルタ機構2は一定速度で回転するだけでなく、断続的なステップ回転によって、1回転中の各カラーフィルタの介在時間W<sub>r</sub>、W<sub>g</sub>、W<sub>b</sub>を個々独立に設定することができる。但し、分光用カラーフィルタ機構2を同期動作させるために、1回転の周期を固定のフレーム周期T、その3分の1フレーム周期(T/3)をフィールド周期τと決めておき、各介在時間W<sub>r</sub>、W<sub>g</sub>、W<sub>b</sub>が必ず、0<W<sub>r</sub>≤τ、0<W<sub>g</sub>≤τ、0<W<sub>b</sub>≤τの条件を満足するように設定することによって、各カラーフィルタによる夫々の分光処理を1フィールド周期τ内で完了させ、3色の分光処理を1フレーム周期Tに同期して行うようになっている。更に、介在時間W<sub>r</sub>、W<sub>g</sub>、W<sub>b</sub>の長短を個々独立に制御する結果、これらの期間の和(W<sub>r</sub>+W<sub>g</sub>+W<sub>b</sub>)が1フレーム周期Tより短くなる場合が生じるが、このように、いずれのカラーフィルタによっても分光処理を行わない期間には、オプティカルブラックBK<sub>1</sub>、BK<sub>2</sub>、BK<sub>3</sub>のいずれかを介在させることによって、被写体光像の透過を禁止させる。

【0048】このように分光された被写体光像(分光光像)は、フィールド周期τに同期してイメージインテンシファイア1の光入射窓1<sub>a</sub>に入射され、光電面1<sub>c</sub>からは分光光像の光強度に応じた量の光電子が飛び出し、光電子はマイクロチャンネルプレート1<sub>d</sub>で電子増倍されて蛍光面1<sub>f</sub>に出射され、再び輝度成分のみの光学像に変換される。そして、再生された光学像は、ファイバプレート1<sub>e</sub>と結合光学系28を介してプリズム29に入射される。

【0049】二次元固体撮像デバイス30、31、32は、いずれも白黒撮像用のFTCCD等が適用されており、フィールド周期τに同期して分光光像に対応する再生光学像を撮像する。即ち、これらの二次元固体撮像デバイス30、31、32は、受光面にマトリクス配列された受光ダイオード群(画素群)と、かかる画素群にトランスファゲートを介して隣接形成された垂直電荷転送路群と、垂直電荷転送路群の終端部分に形成された水平電荷転送路とを備え、フィールド周期τより短い露光期間に画素群に蓄積された全ての画素電荷を、露光期間終了と同時に電荷転送ゲートを介して垂直電荷転送路群へ電荷転送し、更に、垂直電荷転送路群に設けられている転送電極群に印加される走査読出制御信号S<sub>cr</sub>、S<sub>cg</sub>、S<sub>cb</sub>に同期して一列分ずつ水平電荷転送路へ転送させつつ点順次で各画素電荷を読み出す構造となっている。

【0050】したがって、1フィールド画相当の各色に対応する光学像を1フィールド周期τに同期して撮像するので、3フィールド周期(即ち、フレーム周期T)で



3色のフィールド画相当分の画素信号 $S_{r1}$ ,  $S_{r2}$ ,  $S_{r3}$ を出力する。

【0051】更に、いずれの二次元固体撮像デバイス30, 31, 32も、画素群に蓄積される不要な電荷を廃棄する構造を備えており、かかる電荷の廃棄と画素電荷の読出しのタイミングを制御することによって、露光期間を電氣的に設定できるようになっている。即ち、例えば、赤(R)のカラーフィルタにより分光処理が行われているフィールド周期 $\tau$ 内において、そのフィールド周期 $\tau$ の開始時点からある期間 $\Delta\tau_1$ までの間は電荷廃棄を行い、 $\Delta\tau_1$ 直後から所定の期間までは画素群による撮像を行い、所定期間経過と同時に画素電荷の読出しを開始すると、画素群による撮像期間を露光期間とすることができ、所謂電子シャッター機構を発揮させることができ、緑(G)のカラーフィルタにより分光処理が行われているフィールド周期 $\tau$ と、青(B)のカラーフィルタにより分光処理が行われているフィールド周期 $\tau$ においても同様に電子シャッター機構を発揮させることができる。そして、かかる露光期間を、フィールド周期 $\tau$ 内で個々独立に設定することにより、各分光光像毎の露光期間を設定することができるようになっている。つまり、二次元固体撮像デバイス30に設定される露光期間を $ED_1$ 、二次元固体撮像デバイス31に設定される露光期間を $ED_2$ 、二次元固体撮像デバイス32に設定される露光期間を $ED_3$ とすれば、 $0 \leq ED_1 \leq \tau$ 、 $0 \leq ED_2 \leq \tau$ 、 $0 \leq ED_3 \leq \tau$ の条件を満足する範囲内で電子シャッター機構を発揮させる。このシャッタータイミングは、予め複数種類のシャッタータイミングのデータを記憶している記憶回路12からシャッター制御回路11が読出したデータ $D_{s1}$ に基づいて、撮像駆動回路36, 37, 38の走査読出制御信号 $S_{c1}$ ,  $S_{c2}$ ,  $S_{c3}$ の同期タイミングを調整することにより実現される。

【0052】次に、かかる構造を有する第2の実施例の動作を図6と図7のタイミングチャートに基づいて説明する。尚、図5に示す暗視用カラーカメラ装置は、図6のタイミングチャートに基づく第1の動作と、図7のタイミングチャートに基づく第2の動作のいずれによっても本発明の目的を達成することができるものである。夫々を具体的動作例として別個に説明する。

【0053】(第1の具体的動作例) 図6において、クロック信号 $V_{s1}$ は、暗視用カラーカメラ装置全体の同期動作を行うためにファンクションジェネレータ回路18内で発生される基準のクロック信号であり、論理“H”の発生周期がフィールド周期 $\tau$ と等しくなっている。更に、フィールド周期 $\tau$ の3倍の周期(即ち、フレーム周期T)をNTSCテレビジョン方式の垂直走査期間に一致させている。

【0054】更に、同期クロック信号 $W_r$ が論理“H”となる期間が、NTSCテレビジョン方式の垂直ブラン

整が繰り返される。更に、信号 $T_g$ が論理“H”となるときに、二次元固体撮像デバイス30, 31, 32内に形成されているトランスファゲートが同時にオンとなって、画素群に蓄積された画素電荷を垂直電荷転送路群へ転送させる。

【0055】まず、同期クロック信号 $W_r$ が論理“H”となる色バランス調整時には、マイクロプロセッサ23が補正演算回路27から入力した補正条件データ $S_r$ に基づいて、赤(R), 緑(G), 青(B)の3色のバランス条件を指定するための制御データ $C_r$ を記憶回路9に転送し、分光用カラーフィルタ機構2の回転速度を設定するためのデータ $D_{r1}$ をタイミング制御回路8へ出力させ、タイミング制御回路8は、このデータ $D_{r1}$ に基づいて各カラーフィルタの介在時間 $W_r$ ,  $W_g$ ,  $W_b$ を設定しつつ分光用カラーフィルタ機構2を回転させる。

【0056】一方、二次元固体撮像デバイス30, 31, 32は、全てのフィールド周期 $\tau$ における露光期間が一定となるように、電子シャッター機能が設定されている。

【0057】例えば、最適の色バランス条件を示すデータ $D_{r1}$ に対応する介在期間 $W_r$ ,  $W_g$ ,  $W_b$ が、図6中の論理“H”となる期間であるとする、これらの期間 $W_r$ ,  $W_g$ ,  $W_b$ に合わせて各色のカラーフィルタR, G, Bがイメージインテンシファイア1の光入射窓1aの前方に介在するように切替わり、更に、期間 $W_{r1}$ ,  $W_{r2}$ ,  $W_{r3}$ に合わせて、オプティカルブラック領域BK<sub>1</sub>, BK<sub>2</sub>, BK<sub>3</sub>が光入射窓1aの前方に介在するように切替わる。したがって、二次元固体撮像デバイス30, 31, 32は、単に3フィールド周期(3 $\tau$ )に同期して夫々の画素信号 $S_{r1}$ ,  $S_{r2}$ ,  $S_{r3}$ を出力するが、分光用カラーフィルタ機構2の回転による各色のカラーフィルタの介在期間 $W_r$ ,  $W_g$ ,  $W_b$ が各フィールド周期 $\tau$ における露光期間を設定するので、これらの露光期間に撮像される3色の画素信号 $S_{r1}$ ,  $S_{r2}$ ,  $S_{r3}$ は最適な色バランス条件を満足することとなる。

【0058】尚、図6中、蛍光面出力光の変化は、各介在期間 $W_r$ ,  $W_g$ ,  $W_b$ に対応して二次元固体撮像デバイス5に入射される光像の輝度を、ある特定の画素(i, j)について代表して示す。そして、この赤(R), 緑(G), 青(B)の画素信号 $S_{r1}$ ,  $S_{r2}$ ,  $S_{r3}$ は、3フィールド周期(3 $\tau$ )が切替わるのに同期して出力されるので、画素信号 $S_{r1}$ ,  $S_{r2}$ ,  $S_{r3}$ を出力する周期は露光時の周期よりも3フィールド周期(3 $\tau$ )だけ遅れる。

【0059】このように出力される画素信号 $S_{r1}$ ,  $S_{r2}$ ,  $S_{r3}$ は、バッファアンプ33, 34, 35を介してカラーエンコーダ20に転送され、NTSC標準テレビジョン方式に準拠したカラーテレビ信号 $S_r$ が形成される。

【0060】このように、この第1の具体的動作例によれば、分光用カラーフィルタ機構2の回転を制御することによって、撮像レンズ系3とイメージインテンシファイア1の光入射窓1aの間に介在させる3色分光用のカラーフィルターR、G、Bの介在期間 $W_r$ 、 $W_g$ 、 $W_b$ を設定すると共に、これらの期間 $W_r$ 、 $W_g$ 、 $W_b$ を最適な色バランス状態が得られる各露光期間に対応させるようにしたので、高生彩なカラー映像を得ることができる。更に、夫々のカラーフィルターR、G、Bの境界領域にオプティカルブラックBK<sub>1</sub>、BK<sub>2</sub>、BK<sub>3</sub>を設けて、不要な光の入射を阻止するようにしたので、色滲みや偽色のないカラー映像を得ることができる。更に、白黒撮像用の二次元固体撮像デバイス30、31、32を適用してもカラー撮像を可能にしたので、カラー撮像用の二次元固体撮像デバイスを適用する場合よりも高空間分解能のカラー映像を得ることができる。このように、自動的に色バランス調整を行うと共に、高精細且つ高鮮明なカラー映像を得る暗視用カラーカメラ装置を提供することができる。

【0061】(第2の具体的動作例) この動作例では、図7のタイミングチャートに示すように、3色のカラーフィルタの夫々が介在する介在期間 $W_r$ 、 $W_g$ 、 $W_b$ の全てが等しくなるように、分光用カラーフィルタ機構2が等速回転される。したがって、フィールド周期 $\tau$ の切り替わり時に、オプティカルブラックBK<sub>1</sub>、BK<sub>2</sub>、BK<sub>3</sub>によって遮光される期間も一定となる。

【0062】一方、二次元固体撮像デバイス30、31、32は、撮像駆動回路36、37、38の走査読出制御信号 $S_{cr}$ 、 $S_{cg}$ 、 $S_{cb}$ で制御される電子シャッター機能により、赤フィルタの介在期間 $W_r$ における露光期間ED<sub>r</sub>と、緑フィルタの介在期間 $W_g$ における露光期間ED<sub>g</sub>と、青フィルタの介在期間 $W_b$ における露光期間ED<sub>b</sub>とを個々独立に設定することにより、実質的に色バランス調整を実現するようになっている。

【0063】この動作例によれば、図示するように、イメージインテンシファイア1の光電面1cへの分光光像の入射期間は等しくなるが、二次元固体撮像デバイス5が露光期間ED<sub>r</sub>、ED<sub>g</sub>、ED<sub>b</sub>を設定するので、最適な色バランス条件を満足する画素信号 $S_{r1}$ 、 $S_{r2}$ 、 $S_{r3}$ が出力される。

【0064】そして、このように出力される画素信号 $S_{r1}$ 、 $S_{r2}$ 、 $S_{r3}$ は、3フィールド周期(3 $\tau$ )に同期してカラーエンコーダ20へ転送されるので、NTSC標準テレビジョン方式に準拠したカラーテレビ信号 $S_v$ が形成される。

【0065】このように、この第2の具体的動作例によっても、最適な色バランス状態が得られる各露光期間を設定することができるので、高生彩なカラー映像を得ることができる。更に、夫々のカラーフィルターR、G、Bの境界領域にオプティカルブラックBK<sub>1</sub>、BK<sub>2</sub>、

BK<sub>3</sub>を設けて、不要な光の入射を阻止するようにしたので、色滲みや偽色のないカラー映像を得ることができる。更に、白黒撮像用の二次元固体撮像デバイス5を適用してカラー撮像を行うので、カラー撮像用の二次元固体撮像デバイスを適用する場合よりも高空間分解能のカラー映像を得ることができる。このように、自動的に色バランス調整を行うと共に、高精細且つ高鮮明なカラー映像を得る暗視用カラーカメラ装置を提供することができる。

10 【0066】次に、第3の実施例を図8乃至図10と共に説明する。まず、図8と共に構成を説明する。尚、図8において図1及び5と同一又は相当する部分は同一符号で示す。図8において、マイクロチャンネルプレート型のイメージインテンシファイア(MCP型II)1に設けられている光入射窓1aの前方に、赤(R)、緑(G)、青(B)の3色のカラーフィルタ群を備えた分光用カラーフィルタ機構2が対向配置され、更にその前方には、被写体4の光像を光入射窓1aに結像させるための撮像レンズ系3が対設されている。

20 【0067】分光用カラーフィルタ機構2は、図2に示したように、回転軸2aを中心にして夫々約120°ずつに区分けられた扇状の赤(R)、緑(G)、青(B)のカラーフィルターが備えられと共に、夫々のカラーフィルターの境界部分には、光の透過を阻止するための所定幅のオプティカルブラック領域BK<sub>1</sub>、BK<sub>2</sub>、BK<sub>3</sub>が形成され、駆動モータMの回転力がタイミングベルト2bなどの伝達機構を介して回転軸2aに伝達されることによって、これらのカラーフィルターが所定方向へ回転される構造となっている。尚、駆動モータMは、

30 駆動回路7とタイミング制御回路8及び記憶回路9によって駆動制御される。即ち、記憶回路9は、撮像レンズ系3とイメージインテンシファイア1の光入射窓1aとの間に介在する赤(R)、緑(G)、青(B)の各カラーフィルターの介在時間 $W_r$ 、 $W_g$ 、 $W_b$ を個々独立に指定するための複数種類の時間データを予め記憶しており、マイクロプロセッサ23からの制御データC<sub>1</sub>によって指定された所定の時間データD<sub>rc1</sub>をタイミング制御回路8へ供給し、タイミング制御回路8が、時間データD<sub>rc1</sub>に基づき、駆動回路7に対して駆動モータMへの給電タイミングを指示する。したがって、分光用カラー

40 フィルタ機構2は一定速度で回転するだけでなく、断続的なステップ回転によって、1回転中の各カラーフィルターの介在時間 $W_r$ 、 $W_g$ 、 $W_b$ を個々独立に設定することができる。但し、分光用カラーフィルタ機構2を同期動作させるために、1回転の周期を固定のフレーム周期T、その3分の1フレーム周期(T/3)をフィールド周期 $\tau$ と決めておき、各介在時間 $W_r$ 、 $W_g$ 、 $W_b$ が必ず、 $0 < W_r \leq \tau$ 、 $0 < W_g \leq \tau$ 、 $0 < W_b \leq \tau$ の条件を満足するように設定することによって、各カラー

50 フィルターによる夫々の分光処理を1フィールド周期 $\tau$

内で完了させ、3色の分光処理を1フレーム周期Tに同期して行うようになっている。更に、介在時間 $W_r$ 、 $W_g$ 、 $W_b$ の長短を個々独立に制御する結果、これらの期間の和( $W_r + W_g + W_b$ )が1フレーム周期Tより短くなる場合が生じるが、このように、いずれのカラーフィルターによっても分光処理を行わない期間には、オプティカルブラックBK<sub>1</sub>、BK<sub>2</sub>、BK<sub>3</sub>のいずれかを介在させることによって、被写体光像の透過を禁止させる。

【0068】このように分光された被写体光像(分光光像)は、フィールド周期 $\tau$ に同期してイメージインテンシファイア1の光入射窓1<sub>r</sub>に入射され、光電面1<sub>c</sub>からは分光光像の光強度に応じた量の光電子が飛び出し、光電子はマイクロチャンネルプレート1<sub>r</sub>で電子増倍されて蛍光面1<sub>r</sub>に出射され、再び輝度成分のみの光学像に変換される。そして、再生された光学像は、ファイバプレート1<sub>r</sub>と結合光学系28を介してプリズム29に入射される。

【0069】イメージインテンシファイア1は、真空管1<sub>r</sub>の上記光入射窓1<sub>r</sub>の内側面に対設された光電面1<sub>c</sub>と、その後方に順次に配置されたマイクロチャンネルプレート(MCP)1<sub>r</sub>及び、多数の極めて細い光ファイバ束から成るファイバプレート1<sub>r</sub>を備え、ファイバプレート1<sub>r</sub>のマイクロチャンネルプレート1<sub>c</sub>に対向する面には蛍光面1<sub>r</sub>が形成されている。ファイバプレート1<sub>r</sub>の出力側には、結合光学系28を介してプリズム29が配置され、プリズム29の分光出力端には、赤(R)用二次元固体撮像デバイス30と、緑(G)用二次元固体撮像デバイス31と、青(B)用二次元固体撮像デバイス32が配置され、夫々の二次元固体撮像デバイス30、31、32から出力される夫々の画素信号 $S_{r1}$ 、 $S_{r2}$ 、 $S_{r3}$ は、サンプルホールド用のバッファアンプ33、34、35を介してA/D変換器14に供給されて、デジタルの画素データ $D_{r1}$ 、 $D_{r2}$ 、 $D_{r3}$ に変換された後、順次に赤用バッファメモリ15と緑用バッファメモリ16及び青用バッファメモリ17に振り分けられて記憶される。尚、バッファメモリ15、16、17の夫々は、二次元固体撮像デバイス30、31、32の画素配列に対応した1フィールド画相当分の記憶容量を備えると共に、ファンクションジェネレータ回路18から供給される書込・読出し制御信号R/W及びアドレスデータADRに従って各フィールド周期 $\tau$ 毎に対応する画素データ $D_{r1}$ 、 $D_{r2}$ 、 $D_{r3}$ を記憶する。更に、バッファメモリ15、16、17は、かかるデータ書込み動作と同時に、ファンクションジェネレータ回路18から供給される書込・読出し制御信号R/W及びアドレスデータADRに従って画素データを順次に出力する。但し、データ書込みは、画素データ $D_{r1}$ 、 $D_{r2}$ 、 $D_{r3}$ が各フィールド周期 $\tau$ に対応させてバッファメモリ15、16、17に記憶されるのに対し、かかるデータ読出しは、二

次元固体撮像デバイス30、31、32が画素信号 $S_{r1}$ 、 $S_{r2}$ 、 $S_{r3}$ を出力する際のタイミング(点順次タイミング)に同期して、画素データ $D_{r1}$ 、 $D_{r2}$ 、 $D_{r3}$ を順番に出力するようになっている。即ち、二次元固体撮像デバイス30、31、32の夫々の画素群をマトリックス配列 $[a_{..}]$ 、赤バッファメモリ15のメモリアドレスをマトリックス配列 $[r_{..}]$ 、緑バッファメモリ16のメモリアドレスをマトリックス配列 $[g_{..}]$ 、青バッファメモリ17のメモリアドレスをマトリックス配列 $[b_{..}]$ とすると、データ読出しでは、上記点順次タイミングに同期して、 $a_{11}$ 、 $g_{11}$ 、 $b_{11}$ 、 $a_{12}$ 、 $g_{12}$ 、 $b_{12}$ 、 $a_{13}$ 、 $g_{13}$ 、 $b_{13} \sim a_{..}$ 、 $g_{..}$ 、 $b_{..}$ のように画素配列に対応付けて読み出される。

【0070】このように読み出される画素データはD/A変換器19で順次にアナログの画素信号 $A_{r1}$ 、 $A_{r2}$ 、 $A_{r3}$ に変換されてカラーエンコーダ20に供給されることにより、色差信号(R-Y)、(B-Y)及び輝度信号Yが形成され、更に、テレビ信号変換回路21によってNTSC標準テレビジョン方式に準拠したカラーテレビ信号 $S_r$ が形成される。又、カラーエンコーダ20で形成される色差信号(R-Y)、(B-Y)をデジタルデータに変換してマイクロプロセッサ23に転送するA/D変換器22と、マイクロプロセッサ23に対してマニュアル操作でカラーバランス調整を指示するための入力部24が設けられている。

【0071】二次元固体撮像デバイス30、31、32は、いずれも白黒撮像用のFTCCD等が適用されており、フィールド周期 $\tau$ に同期して分光光像に対応する再生光学像を撮像する。即ち、これらの二次元固体撮像デバイス30、31、32は、受光面にマトリックス配列された受光ダイオード群(画素群)と、かかる画素群にトランスファゲートを介して隣接形成された垂直電荷転送路群と、垂直電荷転送路群の終端部分に形成された水平電荷転送路とを備え、設定された露光期間に画素群に蓄積された全ての画素電荷を、露光期間終了と同時に電荷転送ゲートを介して垂直電荷転送路群へ電荷転送し、更に、垂直電荷転送路群に設けられている転送電極群に印加される走査読出制御信号 $S_{c1}$ 、 $S_{c2}$ 、 $S_{c3}$ に同期して一列分ずつ水平電荷転送路へ転送させつつ点順次で各画素信号 $S_{r1}$ 、 $S_{r2}$ 、 $S_{r3}$ を読み出す構造となっている。尚、かかる画素信号 $S_{r1}$ 、 $S_{r2}$ 、 $S_{r3}$ の出力タイミングの詳細は図9と図10のタイミングチャートに基づいて後述するが、6フィールド周期(即ち、2フレーム周期(2T))で3色のフィールド画相当分の画素信号 $S_{r1}$ 、 $S_{r2}$ 、 $S_{r3}$ を出力する。

【0072】更に、いずれの二次元固体撮像デバイス30、31、32も、第1、第2の実施例において述べた如く、夫々の露光期間ED<sub>1</sub>、ED<sub>2</sub>、ED<sub>3</sub>を個々独立に設定することができる電子シャッター機構を有している。尚、これらのシャッタータイミングは、予め複数

種類のシャッタータイミングのデータを記憶している記憶回路12からシャッター制御回路11が読出したデータ $D_{s1}$ に基づいて、撮像駆動回路36、37、38の走査読出制御信号 $S_{c1}$ 、 $S_{c2}$ 、 $S_{c3}$ の同期タイミングを調整することにより実現される。

【0073】次に、かかる構造を有する第3の実施例の動作を図9と図10のタイミングチャートに基づいて説明する。尚、図8に示す暗視用カラーカメラ装置は、図9のタイミングチャートに基づく第1の動作と、図10のタイミングチャートに基づく第2の動作のいずれによっても本発明の目的を達成することができるものである。夫々を具体的動作例として別個に説明する。

【0074】(第1の具体的動作例) 図9において、クロック信号 $V_{s1}$ は、暗視用カラーカメラ装置全体の同期動作を行うためにファンクションジェネレータ回路18内で発生される基準のクロック信号であり、論理“H”の発生周期がフィールド周期 $\tau$ と等しくなっている。更に、フィールド周期 $\tau$ の6倍の周期(即ち、2フレーム周期(2T))をNTSCテレビジョン方式の垂直走査期間に一致させている。

【0075】更に、同期クロック信号 $W_1$ が論理“H”となる期間が、NTSCテレビジョン方式の垂直ブランキング期間と一致しており、この期間内に白バランス調整が繰り返される。更に、信号 $T_g$ が論理“H”となる時に、二次元固体撮像デバイス30、31、32内に形成されているトランスファゲートが同時にオンとなって、画素群に蓄積された画素電荷を垂直電荷転送路群へ転送させる。

【0076】まず、同期クロック信号 $W_1$ が論理“H”となる色バランス調整時には、マイクロプロセッサ23が補正演算回路27から入力した補正条件データ $S_1$ に基づいて、赤(R)、緑(G)、青(B)の3色のバランス条件を指定するための制御データ $C_1$ を記憶回路9に転送し、分光用カラーフィルタ機構2の回転速度を設定するためのデータ $D_{r1}$ をタイミング制御回路8へ出力させ、タイミング制御回路8は、このデータ $D_{r1}$ に基づいて各カラーフィルタの介在時間 $W_r$ 、 $W_g$ 、 $W_b$ を設定しつつ分光用カラーフィルタ機構2を回転させる。

【0077】一方、二次元固体撮像デバイス30、31、32は、全てのフィールド周期 $\tau$ における露光期間が一定となるように、電子シャッター機能が設定されている。

【0078】例えば、最適の色バランス条件を示すデータ $D_{r1}$ に対応する介在期間 $W_r$ 、 $W_g$ 、 $W_b$ が、図6中の論理“H”となる期間であるとする、これらの期間 $W_r$ 、 $W_g$ 、 $W_b$ に合わせて各色のカラーフィルタR、G、Bがイメージインテンシファイア1の光入射窓1aの前方に介在するように切替わり、更に、期間 $W_{r1}$ 、 $W_{r2}$ 、 $W_{r3}$ に合わせて、オプティカルブラッ

ク領域 $BK_1$ 、 $BK_2$ 、 $BK_3$ が光入射窓1aの前方に介在するように切替わる。したがって、二次元固体撮像デバイス30、31、32は、単に3フィールド周期(3 $\tau$ )に同期して夫々の画素信号 $S_{r1}$ 、 $S_{r2}$ 、 $S_{r3}$ を出力するが、分光用カラーフィルタ機構2の回転による各色のカラーフィルタの介在期間 $W_r$ 、 $W_g$ 、 $W_b$ が各フィールド周期 $\tau$ における露光期間を設定するので、これらの露光期間に撮像される3色の画素信号 $S_{r1}$ 、 $S_{r2}$ 、 $S_{r3}$ は最適な色バランス条件を満足することとなる。

【0079】尚、図9中、蛍光面出力光の変化は、各介在期間 $W_r$ 、 $W_g$ 、 $W_b$ に対応してイメージインテンシファイア1の光入射窓1aに入射される光像の輝度を、ある特定の画素(i、j)について代表して示す。そして、かかる蛍光面出力光の波形から明らかなように、分光用カラーフィルタ機構2の3色のカラーフィルタが交互に介在する介在期間 $W_r$ 、 $W_g$ 、 $W_b$ に応じて、3色の分光光像が入射する。

【0080】一方、二次元固体撮像デバイス30、31、32は、図9中の信号 $T_g$ にて示すように、6フィールド周期(6 $\tau$ )の内の最初の3フィールド周期(3 $\tau$ )において、フィールド周期 $\tau$ 毎に順番に論理“H”となり、残りの3フィールド周期(3 $\tau$ )では論理“L”のままとなる。この結果、夫々の二次元固体撮像デバイス30、31、32が電子シャッター機能を発揮するのは、6フィールド周期(6 $\tau$ )毎に設定される。

【0081】したがって、6フィールド周期(6 $\tau$ )毎に夫々の二次元固体撮像デバイス30、31、32が電子シャッター機能を発揮する間に、分光用カラーフィルタ機構2が2回転することとなり、この結果、二次元固体撮像デバイス30、31、32の夫々の露光期間は、介在期間 $W_r$ 、 $W_g$ 、 $W_b$ により設定されると共に、2回ずつの露光が行われる。

【0082】そして、この赤(R)、緑(G)、青(B)の画素信号 $S_{r1}$ 、 $S_{r2}$ 、 $S_{r3}$ は、6フィールド周期(6 $\tau$ )が切替わるのに同期して出力されるので、画素信号 $S_{r1}$ 、 $S_{r2}$ 、 $S_{r3}$ を出力する周期は露光時の周期よりも6フィールド周期(6 $\tau$ )だけ遅れる。但し、2回ずつ露光されるので、得られる画素信号 $S_{r1}$ 、 $S_{r2}$ 、 $S_{r3}$ は、高S/Nとなる。

【0083】このように出力される画素信号 $S_{r1}$ 、 $S_{r2}$ 、 $S_{r3}$ は、バッファアンプ33、34、35を介してA/D変換器14に供給され、更に、バッファメモリ15、16、17に一端格納された後に、再びD/A変換器19でアナログの画素信号に変換されてカラーエンコード20に転送され、NTSC標準テレビジョン方式に準拠したカラーテレビ信号 $S_v$ が形成される。

【0084】このように、この第1の具体的動作例によれば、分光用カラーフィルタ機構2の回転を制御することによって、撮像レンズ系3とイメージインテンシファ

イア1の光入射窓1aの間に介在させる3色分光用のカラーフィルターR、G、Bの介在期間 $W_r$ 、 $W_g$ 、 $W_b$ を設定すると共に、これらの期間 $W_r$ 、 $W_g$ 、 $W_b$ を最適な色バランス状態が得られる各露光期間に対応させると共に、2回露光を行うようにしたので、高S/N化及び高生彩化を実現することができる。更に、夫々のカラーフィルターR、G、Bの境界領域にオプティカルブラックBK<sub>1</sub>、BK<sub>2</sub>、BK<sub>3</sub>を設けて、不要な光の入射を阻止するようにしたので、色滲みや偽色のないカラー映像を得ることができる。更に、白黒撮像用の二次元固体撮像デバイス30、31、32を適用してもカラー撮像を可能にしたので、カラー撮像用の二次元固体撮像デバイスを適用する場合よりも高空間分解能のカラー映像を得ることができる。このように、自動的に色バランス調整を行うと共に、高精細且つ高鮮明なカラー映像を得る暗視用カラーカメラ装置を提供することができる。

【0085】(第2の具体的動作例) この動作例では、図10のタイミングチャートに示すように、3色のカラーフィルタの夫々が介在する介在期間 $W_r$ 、 $W_g$ 、 $W_b$ の全てが等しくなるように、分光用カラーフィルタ機構2が等速回転される。したがって、フィールド周期 $\tau$ の切替わり時に、オプティカルブラックBK<sub>1</sub>、BK<sub>2</sub>、BK<sub>3</sub>によって遮光される期間も一定となる。

【0086】一方、二次元固体撮像デバイス30、31、32は、撮像駆動回路36、37、38の走査読出制御信号 $S_{cr}$ 、 $S_{cg}$ 、 $S_{cb}$ で制御される電子シャッター機能により、赤フィルタの介在期間 $W_r$ における露光期間ED<sub>r</sub>と、緑フィルタの介在期間 $W_g$ における露光期間ED<sub>g</sub>と、青フィルタの介在期間 $W_b$ における露光期間ED<sub>b</sub>とを個々独立に設定することにより、実質的に色バランス調整を実現するようになっている。

【0087】この動作例によれば、図示するように、イメージインテンシファイア1の光電面1cへの分光光像の入射期間は等しくなるが、二次元固体撮像デバイス5が露光期間ED<sub>r</sub>、ED<sub>g</sub>、ED<sub>b</sub>を設定するので、最適な色バランス条件を満足する画素信号 $S_{rr}$ 、 $S_{rg}$ 、 $S_{rb}$ が出力される。更に、同図10中の信号Tgに示すように、6フィールド周期(6 $\tau$ )の内の最初の3フィールド周期(3 $\tau$ )において電子シャッター機能が発揮され、残りの3フィールド周期(3 $\tau$ )において電子シャッター機能が発揮されないので、6フィールド周期(6 $\tau$ )内で2回の露光が行われ、高S/Nの画素信号 $S_{rr}$ 、 $S_{rg}$ 、 $S_{rb}$ が得られる。そして、このように出力される画素信号 $S_{rr}$ 、 $S_{rg}$ 、 $S_{rb}$ は、バッファアンプ33、34、35を介してA/D変換器14に供給され、更に、バッファメモリ15、16、17に一端格納された後に、再びD/A変換器19でアナログの画素信号に変換されてカラーエンコーダ20に転送され、NTSC標準テレビジョン方式に準拠したカラーテレビ信号 $S_v$ が形成される。

【0088】このように、この第2の具体的動作例によっても、最適な色バランス状態が得られる各露光期間を設定することができると共に、2回露光を行うようにしたので、高S/N化及び高生彩化を実現することができる。更に、夫々のカラーフィルターR、G、Bの境界領域にオプティカルブラックBK<sub>1</sub>、BK<sub>2</sub>、BK<sub>3</sub>を設けて、不要な光の入射を阻止するようにしたので、色滲みや偽色のないカラー映像を得ることができる。更に、白黒撮像用の二次元固体撮像デバイス30、31、32を適用してカラー撮像を行うので、カラー撮像用の二次元固体撮像デバイスを適用する場合よりも高空間分解能のカラー映像を得ることができる。このように、自動的に色バランス調整を行うと共に、高精細且つ高鮮明なカラー映像を得る暗視用カラーカメラ装置を提供することができる。

【0089】

【発明の効果】以上に説明したように本発明によれば、イメージインテンシファイアで受光した被写体光学像を二次元固体撮像デバイスで撮像して再生画像用の映像信号を形成する暗視用カラーカメラ装置において、イメージインテンシファイアの前方に3色のカラーフィルタを有する分光用カラーフィルタ機構を配置して、これらのカラーフィルタの介在時間を個々独立に調整・制御しつつ回転させると共に、二次元固体撮像デバイスの撮像周期を一定にし、これらの介在時間を最適な色バランス条件の得られる期間に設定するようにしたので、二次元固体撮像デバイスからは最適な色バランス条件を満足する3色の画素信号を得ることができる。

【0090】又、イメージインテンシファイアの前方に3色のカラーフィルタを有する分光用カラーフィルタ機構を配置して、これらのカラーフィルタの介在時間が共に等しくなるように調整・制御しつつ回転させると共に、二次元固体撮像デバイスの3色毎の撮像期間を電子シャッター機能によって個々独立に調整・制御し、これらの撮像期間(即ち、露光期間)を最適な色バランス条件の得られる期間に設定するようにしたので、二次元固体撮像デバイスからは最適な色バランス条件を満足する3色の画素信号を得ることができる。

【0091】このように、本発明によれば、低照度、低露光状態下での撮像においても最適な色バランス調整を実現し、鮮明な再生画像を得ることができる暗視用カラーカメラ装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による暗視用カラーカメラの第1の実施例の構成を示すブロック図である。

【図2】分光用カラーフィルタ機構の概略構成を示す要部斜視図である。

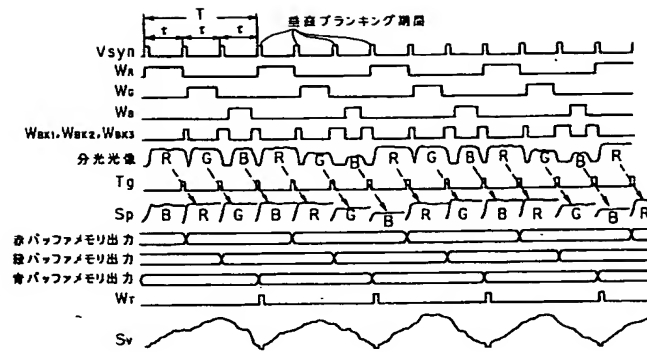
【図3】第1の実施例における第1の具体的動作例を説明するためのタイミングチャートである。

【図4】第1の実施例における第2の具体的動作例を説

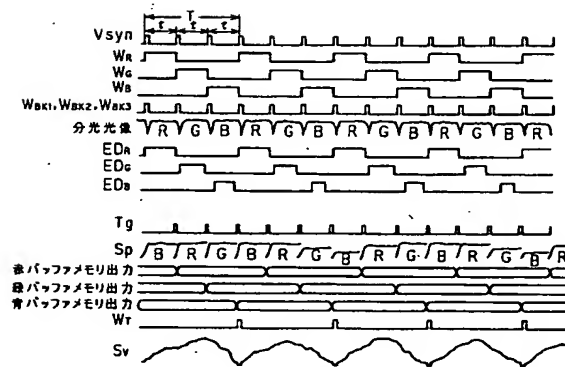




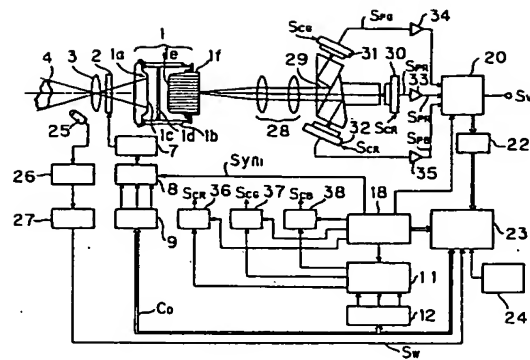
【図3】



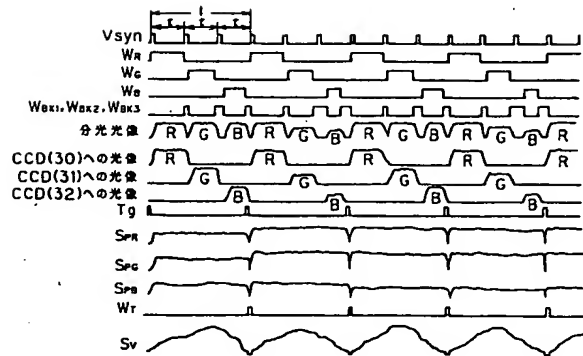
【図4】



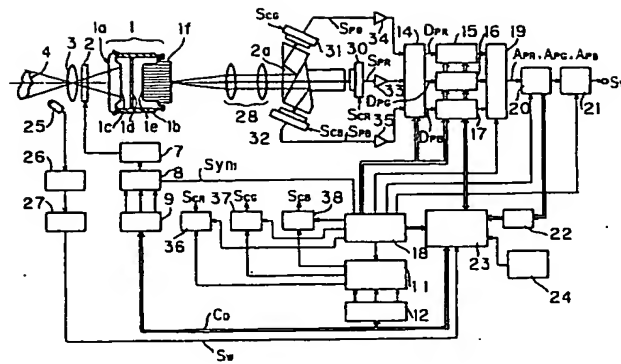
【図5】



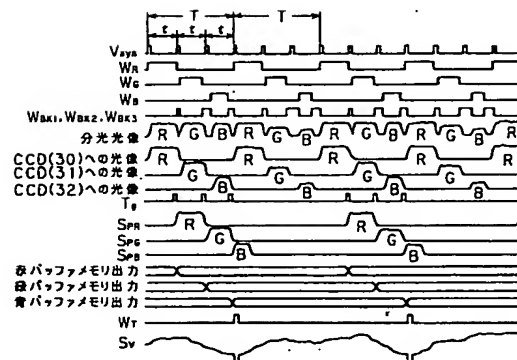
【図6】



【図8】



【図9】



【図10】

